

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berdasarkan data dari Kemenkes RI dalam Riskesdas 2018, tercatat bahwa angka kematian akibat hipertensi di Indonesia mencapai 427.218 kasus, dengan estimasi penderita sebanyak 63.309.620 jiwa. Ironisnya, 13,3% dari penderita tersebut tidak mengonsumsi obat karena merasa sehat. Fenomena ini menggarisbawahi bahaya hipertensi sebagai *the silent killer*, di mana banyak individu tidak menyadari kondisi mereka hingga timbul komplikasi yang serius.

Saat ini, pengukuran tekanan darah dilakukan melalui dua metode utama: invasif menggunakan kateterisasi arteri (*artery cannulation*) yang memberikan pengukuran kontinu dan akurat (El-Hajj and Kyriacou, 2020), namun menimbulkan ketidaknyamanan dan risiko infeksi; serta non-invasif menggunakan *sphygmomanometer* berbasis manset (Susana, 2019), yang lebih umum tetapi tetap menyebabkan rasa tidak nyaman akibat tekanan yang diberikan.

Keterbatasan metode pengukuran tekanan darah konvensional ini memunculkan kebutuhan mendesak akan solusi pengukuran yang non-invasif, berkelanjutan, dan tanpa manset. Metode seperti ini krusial untuk pemantauan tekanan darah secara rutin, memungkinkan deteksi dini dan pencegahan komplikasi hipertensi yang lebih efektif. Menjawab tantangan ini, penelitian dalam beberapa tahun terakhir secara intensif mengembangkan teknologi pemantauan tekanan darah berkelanjutan dengan memanfaatkan sinyal *photoplethysmography* (PPG) (Chen *et al.*, 2019). Pemanfaatan sinyal PPG menawarkan harapan sebagai alternatif

yang menjanjikan karena kemampuannya dalam menyajikan informasi vital mengenai sistem kardiovaskular secara non-invasif.

*Photoplethysmography* (PPG) merupakan teknologi elektro-optik yang menghasilkan representasi gelombang denyut kardiovaskular melalui pengukuran perubahan volume darah pada permukaan kulit (Wu, 2021). Meskipun demikian, sinyal PPG seringkali terkontaminasi oleh *noise*, sehingga memerlukan tahapan pra-pemrosesan yang cermat untuk menghilangkan artefak gerakan (*motion artifacts*) dan *noise* yang tidak relevan. Setelah melalui proses pembersihan, sinyal PPG dapat disegmentasi dalam rentang waktu yang konsisten, dan data yang dihasilkan menjadi fondasi untuk tahap ekstraksi fitur (Maqsood *et al.*, 2021).

Sinyal PPG menyimpan informasi krusial tentang sistem kardiovaskular, termasuk detak jantung, laju pernapasan, tekanan darah, dan parameter fisiologis lainnya. Akan tetapi, untuk mengakses informasi ini, fitur-fitur relevan dari sinyal PPG harus diekstraksi terlebih dahulu (Fan *et al.*, 2015). Proses ekstraksi fitur memegang peranan sentral karena kualitas fitur yang dihasilkan secara signifikan mempengaruhi akurasi estimasi tekanan darah (El-Hajj and Kyriacou, 2021).

Sejalan dengan upaya pengembangan metode pengukuran tekanan darah berbasis sinyal PPG yang nyaman dan berkelanjutan, penelitian ini mengadopsi pendekatan *machine learning* untuk mengatasi tantangan estimasi tekanan darah. Secara garis besar, metodologi *machine learning* yang diterapkan dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahapan krusial. Tahap awal adalah *problem statement*, di mana kebutuhan akan pengukuran tekanan darah non-invasif dan berkelanjutan diidentifikasi secara jelas sebagai solusi untuk deteksi dini dan pencegahan

komplikasi hipertensi. Selanjutnya, tahap *data collection* akan melibatkan pengumpulan dataset sinyal PPG yang relevan dan terukur. Setelah data terkumpul, tahap *model selection* akan menentukan algoritma machine learning yang paling sesuai untuk memprediksi tekanan darah berdasarkan fitur-fitur dari sinyal PPG. Algoritma yang dipilih kemudian akan dilatih pada dataset yang telah dikumpulkan pada tahap *model training*. Keberhasilan model dalam memprediksi tekanan darah akan dievaluasi secara ketat pada tahap *model evaluation* menggunakan metrik yang relevan. Akhirnya, jika model terbukti efektif, tahap *deploy model* akan mempertimbangkan implementasi model dalam aplikasi praktis untuk pemantauan tekanan darah.

Dengan demikian, penggunaan sinyal PPG sebagai metode alternatif pengukuran tekanan darah yang menjanjikan, dipadukan dengan kekuatan analisis machine learning melalui tahapan *problem statement*, *data collection*, *model selection*, *model training*, *model evaluation*, dan *deploy model*, menjadi landasan yang kuat bagi penelitian ini yang berjudul **“Ekstraksi Fitur Sinyal Photoplethysmography Untuk Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Metode Analisis Domain Waktu”**. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pemantauan tekanan darah yang lebih nyaman, berkelanjutan, dan efektif untuk deteksi dini serta pencegahan komplikasi hipertensi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana cara memperoleh sinyal PPG yang telah direduksi dari *noise*?
2. Bagaimana menampilkan kandungan informasi dari fitur yang terdapat pada sinyal PPG?
3. Bagaimana cara memperoleh pengukuran tekanan darah dari fitur-fitur sinyal PPG?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menemukan sinyal PPG yang telah direduksi dari *noise*.
2. Melakukan proses ekstraksi untuk memperoleh fitur-fitur yang terkandung dalam sinyal PPG.
3. Memperoleh pengukuran tekanan darah dari fitur-fitur sinyal PPG.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sinyal PPG yang telah direduksi dari *noise* dapat memberikan banyak informasi terkait kesehatan sistem kardiovaskular.
2. Fitur yang diperoleh dari ekstraksi sinyal PPG dapat digunakan untuk pengukuran tekanan darah.

### 1.5 Batasan Penelitian

Sesuai dengan uraian di atas, penulis menekankan bahwa literatur yang dibahas mempunyai beberapa keterbatasan yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dua sumber, yaitu basis data MIMIC dan perangkat SWADETEC. Sinyal PPG dari kedua sumber ini memiliki frekuensi berbeda, yaitu 13 Hz untuk perangkat SWADETEC dan 500 Hz untuk basis data MIMIC.
2. Penelitian ini tidak mempertimbangkan perbedaan individu. Faktor seperti usia, jenis kelamin, atau kondisi medis individu tidak diperhitungkan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, model prediksi tekanan darah yang dihasilkan mungkin tidak berlaku untuk semua individu atau populasi dengan variasi kondisi fisiologis yang sangat beragam.
3. Metode penghapusan gangguan *baseline* dilakukan secara eksperimen. Teknik *linear detrending* digunakan untuk mengurangi gangguan *baseline* pada sinyal PPG. Teknik ini terbukti efektif dalam mengurangi pengaruh gangguan pada sinyal, sehingga proses analisis menjadi lebih akurat.
4. Teknik penghalusan sinyal yang digunakan adalah *Savitzky-Golay*. Metode *Savitzky-Golay* dipilih karena efektif mengurangi *noise* pada sinyal, sambil tetap mempertahankan informasi penting yang diperlukan untuk analisis tekanan darah.

5. Data sinyal PPG diselaraskan untuk konsistensi. Proses normalisasi dilakukan untuk menyelaraskan amplitudo sinyal PPG, sehingga mempermudah ekstraksi fitur dan meningkatkan konsistensi data dalam analisis.
6. Kualitas sinyal diuji sebelum dianalisis lebih lanjut. Sinyal yang digunakan untuk analisis diuji menggunakan parameter seperti *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dan uji KPSS untuk memastikan sinyal cukup baik dan stabil. Jika sinyal tidak memenuhi kriteria yang diinginkan, pengaturan parameter algoritma akan disesuaikan.
7. Fitur-fitur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan fitur umum yang sering digunakan dalam pengukuran tekanan darah dari sinyal PPG. Fitur-fitur tersebut meliputi S, ASys, tOnset, CT, TSys, delT, Dia, ADia, Dic, dan TDia, yang merupakan indikator-indikator relevan dalam mengukur tekanan darah dari sinyal PPG.
8. Tiga model prediksi diuji dalam penelitian ini, yang dipilih berdasarkan kinerjanya dalam memprediksi tekanan darah sistolik, diastolik, dan keduanya sekaligus, dengan menggunakan metrik yang sesuai seperti *Root Mean Squared Error* (RMSE).
9. Hasil prediksi tekanan darah dibandingkan dengan alat ukur tekanan darah standar. Hasil prediksi dari model akan dibandingkan dengan pengukuran tekanan darah yang dilakukan menggunakan kateter arteri sebagai standar acuan.
10. Akurasi dalam penelitian ini berfokus pada kemampuan mendeteksi titik-titik penting dalam sinyal PPG. Fokus utama adalah pada kemampuan algoritma

untuk mendeteksi dan mengekstraksi titik-titik penting dalam sinyal PPG, bukan pada kesesuaian prediksi tekanan darah dengan pengukuran dari alat standar.

11. Analisis dilakukan menggunakan *software* MATLAB untuk memproses dan menganalisis sinyal PPG, sementara penyimpanan dan beberapa pengolahan hasil dilakukan menggunakan Microsoft Excel.
12. *Hardware* yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dengan spesifikasi:

*Prosesor: Intel Core i5-8350U (4 core, 1.70 GHz, turbo 1.90 GHz)*

RAM: 8 GB

Penyimpanan: 110 GB

Sistem Operasi: *Windows 11 Pro 64-bit*

Spesifikasi ini mendukung kinerja MATLAB dalam analisis data dan model, dengan komputasi *multithreaded* dan ruang penyimpanan yang memadai untuk pengolahan sinyal PPG.